

## PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark  
Office  
Box PCT  
Washington, D.C.20231  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing:

27 April 2000 (27.04.00)

International application No.:

PCT/JP99/05821

Applicant's or agent's file reference:

PCT99005TEL

International filing date:

22 October 1999 (22.10.99)

Priority date:

22 October 1998 (22.10.98)

Applicant:

SAITO, Takeshi et al

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:

19 January 2000 (19.01.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer:

J. Zahra

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## DISCLOSURE OF THE INVENTION

In order to achieve the object described above, in a first aspect of the present invention, a plasma etching method for implementing a specific etching process on a workpiece placed on an electrode provided within a processing chamber by introducing a processing gas into the processing chamber, generating plasma inside the processing chamber with a plasma source and applying biasing power to the electrode, which is characterized in that an etching step in which the workpiece is etched over a specific length of etching time by applying the biasing power to the electrode and a film formation step in which a protective film is formed at an etching mask at a surface of the workpiece over a specific length of film formation time while the biasing power is cut off are sequentially repeated, with the lengths of the individual film formation times are extended as the etching process progresses, is provided.

In a second aspect of the present invention, a plasma etching method for implementing a specific etching process on a workpiece placed on an electrode provided within a processing chamber by introducing a processing gas into the processing chamber, generating plasma inside the processing chamber with a plasma source and applying biasing power to the electrode, which is characterized in that an etching step in which a workpiece is etched over a specific length of etching time by applying the biasing power to the electrode and a film formation step in which a protective film is formed at an etching mask at a surface of the workpiece over a specific length of film formation time while the biasing power is cut off are sequentially repeated, with the process starting with the film formation step and ending with the etching step with the lengths of the individual film formation times extended as the etching process progresses, is provided.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Adopting such an etching method, in which the etching process is implemented by repetitively performing the etching step and the film formation step, makes it possible to etch the workpiece while protecting the etching mask such as a photoresist film with the protective film. Since the photoresist film is not readily etched and higher selectivity is achieved as a result, the pattern at the photoresist film is prevented from spreading. In addition, since the protective film is formed at the mask pattern sidewalls during the film formation step, desired contact holes can be formed at the workpiece.

Furthermore, the lengths of the individual film formation times may be extended as the etching process progresses. As the process progresses, the aspect ratio of the contact holes increases, which makes it difficult to form a protective film at the bottom surfaces of the contact holes. Thus, by extending the lengths of the individual film formation times, it is possible to ensure that the photoresist film is protected with a higher degree of reliability while implementing a specific etching process.

In addition, by setting the lengths of the individual film formation times at 1 second or longer, the protective film can be formed at the photoresist film with a high degree of reliability during the film formation steps.

By implementing an etching step at the end of the etching process, the protective film formed at the contact hole bottom surfaces and over the photoresist film can be removed, thereby eliminating the need to implement a step for removing the protective film to allow the post-process to be completed promptly.

Furthermore, by implementing a film formation step at the beginning of the etching process, the photoresist film becomes protected by the protective film prior to the etching step, thereby enabling a desired process to be implemented on the workpiece.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Moreover, by constituting the etching target with a silicon oxide film and using a gas containing fluorocarbon gas as the processing gas, a protective film can be formed at the photoresist film with a high degree of reliability and desired contact holes can be formed at the SiO<sub>2</sub> film.

What is claimed is;

1. (amended)

A plasma etching method for implementing a specific etching process on a workpiece placed on an electrode provided within a processing chamber by introducing a processing gas into said processing chamber, generating plasma inside said processing chamber with a plasma source and applying biasing power to said electrode, wherein;

an etching step in which the workpiece is etched over a specific length of etching time by applying the biasing power to said electrode and a film formation step in which a protective film is formed at an etching mask at a surface of the workpiece over a specific length of film formation time while the biasing power is cut off are sequentially repeated, with the lengths of individual film formation times extended as the etching process progresses.

2. (deleted)

3. A plasma etching method according to claim 1, wherein:

the lengths of the individual film formation times are set at 1 second or longer.

4. A plasma etching method according to claim 1, wherein:

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



said etching step is implemented as a final step of said etching process.

5. A plasma etching method according to claim 1, wherein:  
said film formation step is implemented as a first step of said etching process.

6. A plasma etching method according to claim 1, wherein:  
the etching target is a silicon oxide film; and  
said processing gas is constituted of a gas containing fluorocarbon gas.

7. (amended)

A plasma etching method for implementing a specific etching process on a workpiece placed on an electrode provided within a processing chamber by introducing a processing gas into said processing chamber, generating plasma inside said processing chamber with a plasma source and applying biasing power to said electrode, wherein;

an etching step in which the workpiece is etched over a specific length of etching time by applying the biasing power to said electrode and a film formation step in which a protective film is formed at an etching mask at a surface of the workpiece over a specific length of film formation time while the biasing power is cut off are sequentially repeated, with said etching process starting with said film formation step and ending with said etching step and the lengths of individual film formation times extended as the etching process progresses.

8. (deleted)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

9. (deleted)
10. A plasma etching method according to claim 7, wherein:  
the lengths of individual film formation times are set at 1 second or longer.
11. A plasma etching method according to claim 7, wherein:  
the etching target is a silicon oxide film; and  
said processing gas is constituted of a gas containing fluorocarbon gas.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference PCT99005TEL	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP99/05821	International filing date (day/month/year) 22 October 1999 (22.10.99)	Priority date (day/month/year) 22 October 1998 (22.10.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 21/3065, 21/68		
Applicant TOKYO ELECTRON LIMITED		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>3</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of <u>6</u> sheets.</p>
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>

Date of submission of the demand 19 January 2000 (19.01.00)	Date of completion of this report 20 September 2000 (20.09.2000)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/05821

## I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
pages \_\_\_\_\_ 1,5-16 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_ 2-4 \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_ 19 January 2000 (19.01.2000)
- ☒ the claims:  
pages \_\_\_\_\_ 3-6,10,11 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_ 1,7 \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_ 19 January 2000 (19.01.2000)
- ☒ the drawings:  
pages \_\_\_\_\_ 1-9 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☒ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☒ the claims, Nos. \_\_\_\_\_ 2,8,9 \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/JP 99/05821

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1, 3-7, 10, 11	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1, 3-7, 10, 11	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1, 3-7, 10, 11	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

Document 1: JP, 6-112166, A (Applied Materials Inc.),  
April 22, 1994 (22.04.94)

Claims 1, 3-7, 10 and 11

The invention described in Claims 1, 3-7, 10 and 11 involves an inventive step relative to Document 1 cited in the international search report.

Document 1 does not indicate the relative extension of film-forming times as etching treatment progresses, and due to this feature the invention of the present application offers the advantageous effect of assured formation of contact holes with a high aspect ratio and superior shape.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

41T

特 許 協 力 条 約

06 OCT 2000

PCT

PCT

## 国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)  
(PCT36条及びPCT規則70)

出願人又は代理人 の書類記号 PCT99005TEL	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P 99/05821	国際出願日 (日.月.年) 22.10.99	優先日 (日.月.年) 22.10.98
国際特許分類(IPC) Int.Cl. 7 H01L21/3065, 21/68		
出願人(氏名又は名称) 東京エレクトロン株式会社		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。
- ☒ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。  
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)  
この附属書類は、全部で 6 ページである。
3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。
- I ☒ 国際予備審査報告の基礎
  - II ☐ 優先権
  - III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
  - IV ☐ 発明の単一性の欠如
  - V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
  - VI ☐ ある種の引用文献
  - VII ☐ 国際出願の不備
  - VIII ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 19.01.00	国際予備審査報告を作成した日 20.09.00	
名称及びあて先 日本国特許庁(IPEA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員)  田中 永一	4 R 9539
電話番号 03-3581-1101 内線 3469		

様式PCT/IPEA/409(表紙)(1998年7月)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に  
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。  
 PCT規則70.16, 70.17)

☐ 出願時の国際出願書類

☒ 明細書 第 1, 5-16 ページ、 出願時に提出されたもの  
 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 明細書 第 2-4 ページ、 19.01.00 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 請求の範囲 第 3-6, 10, 11 項、 出願時に提出されたもの  
 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの  
 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 請求の範囲 第 1, 7 項、 19.01.00 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 図面 第 1-9 ~~ページ~~図、 出願時に提出されたもの  
 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 出願時に提出されたもの  
 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である \_\_\_\_\_ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語  
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語  
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表  
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった  
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ  
☒ 請求の範囲 第 2, 8, 9 項  
☐ 図面 図面の第 \_\_\_\_\_ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

## 1. 見解

新規性(N)

請求の範囲 1, 3-7, 10, 11

有

請求の範囲

無

進歩性(I S)

請求の範囲 1, 3-7, 10, 11

有

請求の範囲

無

産業上の利用可能性(I A)

請求の範囲 1, 3-7, 10, 11

有

請求の範囲

無

## 2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

文献1: J P, 6-112166, A (アプライド マテリアルズ イン  
コーポレイテッド) 22. 4月. 1994 (22. 04. 94)

請求の範囲1、3乃至7、10並びに11

請求の範囲1、3乃至7、10並びに11に記載された発明は、国際調査報告で引用された文献1に対して進歩性を有する。

文献1には、各成膜時間はエッチング処理の進行に応じて相対的に延長される点が記載されておらず、一方、本願発明はそれにより高いアスペクト比を有しかつ形状の優れたコンタクトホールを確実に形成するという有利な効果を発揮する。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



トレジスト膜は、イオンによって常時スパッタされる。この際、フォトレジスト膜の上面とパターン形成面との間に形成される角部が多くスパッタされる傾向にある。その結果、図2(d)に示すように、フォトレジスト膜206のパターン幅が広がってしまい、所望のコンタクトホール210を形成できないという問題が生じる。従って、フォトレジスト膜206のエッチングレート（またはエッチング量）に対する絶縁膜202のエッチングレート（またはエッチング量）の比（以下、「選択比」という。）を高くする技術が必要となる。

10 本発明は、従来の技術が有する上記のような問題点に鑑みて成されたものであり、本発明の目的は、エッチングの選択比を向上させて、被処理体に超微細なエッチング加工を施すことが可能な、新規かつ改良されたプラズマエッチング方法を提供することである。

#### 発明の開示

15 上記課題を解決するために、本発明の第1の観点によれば、処理室内に処理ガスを導入し、プラズマ源により処理室内にプラズマを生成すると共に、処理室内に配置された電極にバイアス用電力を印加して、電極上に載置された被処理体に対して所定のエッチング処理を施すプラズマエッチング方法であって、バイアス用電力を電極  
20 に印加して所定のエッチング時間にわたり被処理体にエッチングを施すエッチング工程と、バイアス用電力を遮断して所定の成膜時間にわたり被処理体表面のエッチングマスクに保護膜を形成する成膜を施す成膜工程とを順次反復し、その際に、前記各成膜時間はエッ

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

ティング処理の進行に応じて相対的に延長されることを特徴とするプラズマエッチング方法が提供される。

また本発明の第2の観点によれば、処理室内に処理ガスを導入し、プラズマ源により前記処理室内にプラズマを生成すると共に、前記

5 処理室内に配置された電極にバイアス用電力を印加して、前記電極上に載置された被処理体に対して所定のエッチング処理を施すプラズマエッチング方法であって、前記バイアス用電力を前記電極に印加して所定のエッチング時間にわたり前記被処理体にエッチングを

10 施すエッチング工程と、前記バイアス用電力を遮断して所定の成膜時間にわたり前記被処理体表面のエッチングマスクに保護膜を形成する成膜を施す成膜工程とを順次反復し、その際に、前記成膜工程から開始して前記エッチング工程で終了するとともに、前記各成膜時間はエッチング処理の進行に応じて相対的に延長されることを特徴とするプラズマエッチング方法が提供される。

15 かかる構成によれば、エッチング工程と成膜工程とを反復しながらエッチング処理を行うので、エッチングマスク、例えばフォトリジスト膜を保護膜で保護しながら被処理体にエッチングを行うことができる。その結果、フォトリジスト膜がエッチングされ難くなり、選択比が大きくなるので、フォトリジスト膜のパターンの拡大を抑

20 制することができ、さらに成膜工程時にマスクパターン側壁にも保護膜が形成されるので、被処理体に所望のコンタクトホールを形成できる。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

さらに、各成膜時間をエッチング処理の進行に応じて延長しても良い。コンタクトホールは、処理の進行によってアスペクト比が高くなり、コンタクトホール底面に保護膜が形成され難くなる。したがって、上記の如く各成膜時間を延長すれば、所定のエッチングを行

5 行いながらフォトレジスト膜の保護をより確実に行うことができる。

さらにまた、各成膜時間を1秒以上にすれば、各成膜工程の間に保護膜をフォトレジスト膜に確実に形成できる。

また、エッチング処理の最終工程として、エッチング工程を行うように構成すれば、コンタクトホール底面やフォトレジスト膜上に

10 形成された保護膜を除去できるので、保護膜の除去工程が不要となり、後処理を迅速に行うことができる。

さらに、エッチング処理の開始工程として成膜工程を行えば、エッチング工程の前にフォトレジスト膜を保護膜で保護できるので、被処理体により所望の処理を行うことができる。

15 さらにまた、エッチング対象を酸化シリコン膜とし、処理ガスとしてフルオロカーボンガスを含むガスを採用すれば、フォトレジスト膜に保護膜を確実に形成できると共に、 $\text{SiO}_2$ 膜に所望のコンタクトホールを形成できる。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## 請求の範囲

(1)(補正後) 処理室内に処理ガスを導入し、プラズマ源により前記処理室内にプラズマを生成すると共に、前記処理室内に配置された電極にバイアス用電力を印加して、前記電極上に載置された被処理体に対して所定のエッチング処理を施すプラズマエッチング方法であって、

前記バイアス用電力を前記電極に印加して所定のエッチング時間にわたり前記被処理体にエッチングを施すエッチング工程と、前記バイアス用電力を遮断して所定の成膜時間にわたり前記被処理体表面のエッチングマスクに保護膜を形成する成膜を施す成膜工程とを順次反復し、その際に、前記各成膜時間はエッチング処理の進行に応じて相対的に延長されることを特徴とする、プラズマエッチング方法。

(2)(削除)

(3) 前記各成膜時間は、1秒以上であることを特徴とする、請求項1に記載のプラズマエッチング方法。

(4) 前記エッチング処理の最終工程として、前記エッチング工程が行われることを特徴とする、請求項1に記載のプラズマエッチング方法。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



(5) 前記エッチング処理の開始工程として、前記成膜工程が行われることを特徴とする、請求項1に記載のプラズマエッチング方法。

- (6) 前記エッチング対象は、酸化シリコン膜であり、
- 5 前記処理ガスは、フルオロカーボンガスを含むガスであることを特徴とする、請求項1に記載のプラズマエッチング方法。

- (7)(補正後) 処理室内に処理ガスを導入し、プラズマ源により前記処理室内にプラズマを生成すると共に、前記処理室内に配置された電極にバイアス用電力を印加して、前記電極上に載置された
- 10 被処理体に対して所定のエッチング処理を施すプラズマエッチング方法であって、

- 前記バイアス用電力を前記電極に印加して所定のエッチング時間にわたり前記被処理体にエッチングを施すエッチング工程と、前記バイアス用電力を遮断して所定の成膜時間にわたり前記被処理体表面のエッチングマスクに保護膜を形成する成膜を施す成膜工程とを
- 15 順次反復し、その際に、前記成膜工程から開始して前記エッチング工程で終了するとともに、前記各成膜時間はエッチング処理の進行に応じて相対的に延長されることを特徴とする、プラズマエッチング方法。

- 20 (8)(削除)

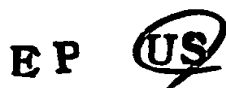
- (9)(削除)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(10) 前記各成膜時間は、1秒以上であることを特徴とする、  
請求項7に記載のプラズマエッチング方法。

(11) 前記エッチング対象は、酸化シリコン膜であり、  
前記処理ガスは、フルオロカーボンガスを含むガスであることを  
5 特徴とする、請求項7に記載のプラズマエッチング方法。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



PCT

## 国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)  
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 PCT99005TEL	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P 99/05821	国際出願日 (日.月.年) 22.10.99	優先日 (日.月.年) 22.10.98
出願人(氏名又は名称) 東京エレクトロン株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. 7 H01L21/3065

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. 7 H01L21/3065, 21/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-1999年  
 日本国登録実用新案公報 1994-1999年  
 日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	<p>J.P., 6-112166, A (アプライド マテリアルズ イン コーポレイテッド) 22. 4月. 1994 (22. 04. 94) 特許請求の範囲、【0055】及び図11</p> <p>&amp; E.P., 552491, A1            &amp; J.P., 9-27485, A            &amp; D.E., 69226253, E            &amp; U.S., 5888414, A</p>	1-11

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21. 12. 99

国際調査報告の発送日

28.12.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田中 永一

4R

9539

電話番号 03-3581-1101 内線 3469

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

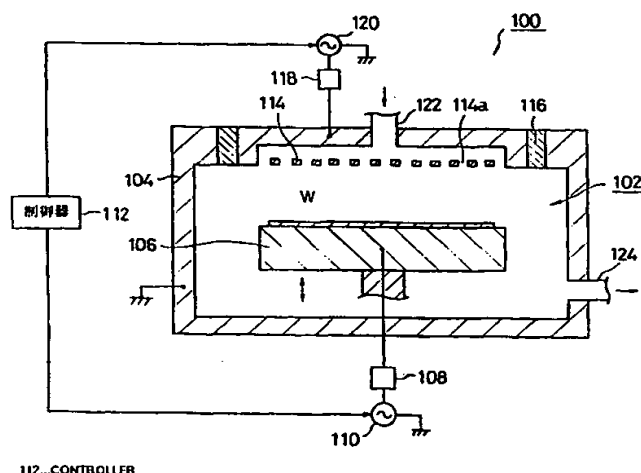




<p>(51) 国際特許分類7 H01L 21/3065</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO00/24046</p> <p>(43) 国際公開日 2000年4月27日(27.04.00)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/05821</p> <p>(22) 国際出願日 1999年10月22日(22.10.99)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平10/319942 1998年10月22日(22.10.98) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED)[JP/JP] 〒107-8481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 斉藤 剛(SAITO, Takeshi)[JP/JP] 〒407-0024 山梨県韭崎市本町2-9-17 Yamanashi, (JP) 永関一也(NAGASEKI, Kazuya)[JP/JP] 〒408-0015 山梨県北巨摩郡高根町下黒澤1747 Yamanashi, (JP)</p> <p>(74) 代理人 亀谷美明, 外(KAMEYA, Yoshiaki et al.) 〒162-0065 東京都新宿区住吉町1-12 新宿曙橋ビル Tokyo, (JP)</p>		<p>(81) 指定国 KR, US, 欧州特許 (DE, FR, GB, IT)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>

(54)Title: PLASMA ETCHING METHOD

(54)発明の名称 プラズマエッチング方法



(57) Abstract

A wafer (W) is placed on a lower electrode (106) disposed in a processing chamber (102) of an etching device (100), with a gas containing  $C_4F_8$  introduced into the chamber (102). A controller (112) applies a 27 MHz power from a plasma generating power supply (120) to an upper electrode (114), and an 800 kHz power from a biasing power supply (108) to the lower electrode (106) intermittently. When a biasing power is on, an insulating film (202) consisting of  $SiO_2$  of the wafer (W) is etched, and, when it is off, a polymer (protecting film) (208) is formed on a photoresist film (206). The above method can enhance the selectivity of the insulating film with respect to the photoresist film to form a contact hole in a preset shape.

## (57)要約

エッチング装置 100 の処理室 102 内に配置された下部電極 106 上にウェハ W を載置すると共に、処理室 102 内に C4F8 を含むガスを導入する。制御器 112 によりプラズマ生成用電源 120 から 27 MHz の電力を上部電極 114 に印加すると共に、バイアス用電源 108 から 800 kHz の電力を下部電極 106 に間欠的に印加する。バイアス用電力のオン時にはウェハ W の SiO<sub>2</sub> から成る絶縁膜 202 がエッチングされ、オフ時にはフォトレジスト膜 206 にポリマー（保護膜）208 が形成される。かかる構成により、フォトレジスト膜に対する絶縁膜の選択比を向上させて、所定形状のコンタクトホールを形成することが可能である。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SK	スロヴァキア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BB	バルバドス	GE	グルジア	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BE	ベルギー	GH	グルジア	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	GM	ガンビア	MA	モロッコ	TD	チャード
BG	ブルガリア	GN	ギニア	MC	モナコ	TG	トーゴ
BJ	ベナン	GW	ギニア・ビサウ	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	HR	クロアチア	MG	マダガスカル	TZ	タンザニア
BY	ベラルーシ	HU	ハンガリー	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	ID	インドネシア	ML	マリ	TR	トルコ
CF	中央アフリカ	IE	アイルランド	MN	モンゴル	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴ	IL	イスラエル	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IN	インド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボアール	IS	アイスランド	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IT	イタリア	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CN	中国	JP	日本	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CR	コスタ・リカ	KE	ケニア	NO	ノルウェー	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	KG	キルギスタン	NZ	ニュージーランド	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KP	北朝鮮	PL	ポーランド		
CZ	チェッコ	KR	韓国	PT	ポルトガル		
DE	ドイツ			RO	ルーマニア		
DK	デンマーク						

## 明 細 書

## プラズマエッチング方法

## 技術分野

本発明は、プラズマエッチング方法に関する。

5

## 背景技術

従来、気密な処理室内に上部電極と下部電極とを対向配置したプラズマエッチング装置が提案されている。該装置では、まず下部電極上に被処理体、例えば半導体ウェハ（以下、「ウェハ」と称する。）を載置した後、処理室内に処理ガスを導入すると共に、処理室内を真空引きして所定の圧力雰囲気中に維持する。次いで、上部電極に対してプラズマ生成用電力を印加すると共に、下部電極に対して一定電力に保たれたバイアス用電力を印加する。その結果、処理室内の処理ガスが解離してプラズマとラジカルが生成され、そのラジカルと、バイアス用電力によりウェハに引き込まれるプラズマ中のイオンとにより、ウェハ上に形成された $\text{SiO}_2$ （酸化シリコン）膜などの絶縁膜がイオンアシストエッチングされ、該絶縁膜にコンタクトホールが形成される。

しかしながら、 $0.15\mu\text{m}$ デザインルール下でコンタクトホールを形成する場合には、高いアスペクト比が要求され、絶縁膜のエッチングレートが低下する。また、絶縁膜の表面に形成されたフォ

20

トレジスト膜は、イオンによって常時スパッタされる。この際、フォトレジスト膜の上面とパターン形成面との間に形成される角部が多くスパッタされる傾向にある。その結果、図2(d)に示すように、フォトレジスト膜206のパターン幅が広がってしまい、所望のコンタクトホール210を形成できないという問題が生じる。従って、フォトレジスト膜206のエッチングレート（またはエッチング量）に対する絶縁膜202のエッチングレート（またはエッチング量）の比（以下、「選択比」という。）を高くする技術が必要となる。

10 本発明は、従来の技術が有する上記のような問題点に鑑みて成されたものであり、本発明の目的は、エッチングの選択比を向上させて、被処理体に超微細なエッチング加工を施すことが可能な、新規かつ改良されたプラズマエッチング方法を提供することである。

### 発明の開示

15 上記課題を解決するために、本発明の第1の観点によれば、処理室内に処理ガスを導入し、プラズマ源により処理室内にプラズマを生成すると共に、処理室内に配置された電極にバイアス用電力を印加して、電極上に載置された被処理体に対して所定のエッチング処理を施すプラズマエッチング方法であって、バイアス用電力を電極  
20 に印加して所定のエッチング時間にわたり被処理体にエッチングを施すエッチング工程と、バイアス用電力を遮断して所定の成膜時間にわたり被処理体表面のエッチングマスクに保護膜を形成する成膜を施す成膜工程とを順次反復し、その際に、前記各エッチング時間

と前記各成膜時間とはエッチング処理の進行に応じて変更されることを特徴とすることを特徴とするプラズマエッチング方法が提供される。

また本発明の第2の観点によれば、処理室内に処理ガスを導入し、  
5 プラズマ源により前記処理室内にプラズマを生成すると共に、前記  
処理室内に配置された電極にバイアス用電力を印加して、前記電極  
上に載置された被処理体に対して所定のエッチング処理を施すプラ  
ズマエッチング方法であって、前記バイアス用電力を前記電極に印  
10 加して所定のエッチング時間にわたり前記被処理体にエッチングを  
施すエッチング工程と、前記バイアス用電力を遮断して所定の成膜  
時間にわたり前記被処理体表面のエッチングマスクに保護膜を形成  
する成膜を施す成膜工程とを順次反復し、その際に、前記成膜工程  
から開始して前記エッチング工程で終了することを特徴とするプラ  
ズマエッチング方法が提供される。

15 かかる構成によれば、エッチング工程と成膜工程とを反復しながら  
エッチング処理を行うので、エッチングマスク、例えばフォトレ  
ジスト膜を保護膜で保護しながら被処理体にエッチングを行うこと  
ができる。その結果、フォトレジスト膜がエッチングされ難くなり、  
選択比が大きくなるので、フォトレジスト膜のパターンの拡大を抑  
20 制することができ、さらに成膜工程時にマスクパターン側壁にも保  
護膜が形成されるので、被処理体に所望のコンタクトホールを形成  
できる。

また、各エッチング時間と各成膜時間とを、エッチング処理の進

行に応じて変更すれば、処理の進行によって被処理体とフォトリジスト膜の状態が変化しても、所望のエッチング処理を行うことができる。

- さらに、各成膜時間をエッチング処理の進行に応じて延長しても  
5 良い。コンタクトホールは、処理の進行によってアスペクト比が高くなり、コンタクトホール底面に保護膜が形成され難くなる。したがって、上記の如く各成膜時間を延長すれば、所望のエッチングを行いながらフォトリジスト膜の保護をより確実に行うことができる。

- さらにまた、各成膜時間を1秒以上にすれば、各成膜工程の間に  
10 保護膜をフォトリジスト膜に確実に形成できる。

また、エッチング処理の最終工程として、エッチング工程を行うように構成すれば、コンタクトホール底面やフォトリジスト膜上に形成された保護膜を除去できるので、保護膜の除去工程が不要となり、後処理を迅速に行うことができる。

- さらに、エッチング処理の開始工程として成膜工程を行えば、エ  
15 ッチング工程の前にフォトリジスト膜を保護膜で保護できるので、被処理体により所望の処理を行うことができる。

- さらにまた、エッチング対象を酸化シリコン膜とし、処理ガスとしてフルオロカーボンガスを含むガスを採用すれば、フォトリジ  
20 ト膜に保護膜を確実に形成できると共に、 $\text{SiO}_2$ 膜に所望のコンタクトホールを形成できる。

## 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明を適用可能なエッチング装置を示す概略的な断面図である。

図 2 は、図 1 に示すエッチング装置に適用されるエッチング方法  
5 と従来のエッチング方法を説明するためのウェハ W を表す概略的な断面図である。

図 3 は、図 1 に示すエッチング装置に適用されるエッチング方法を説明するための選択比とデューティーとの関係を表す概略的な説明図である。

10 図 4 は、図 1 に示すエッチング装置に適用されるエッチング方法を説明するためのバイアス用電力のオン・オフサイクルを表す概略的な説明図である。

図 5 は、図 1 に示すエッチング装置に適用されるエッチング方法を説明するためのデューティーを変化させた際の全処理時間と絶縁  
15 膜のエッチングレートとの関係を表す概略的な説明図である。

図 6 は、図 1 に示すエッチング装置に適用されるエッチング方法を説明するためのフォトリソ膜の残膜厚みとデューティーとの関係を表す概略的な説明図である。

図 7 は、図 1 に示すエッチング装置に適用されるエッチング方法

を説明するためのウェハWを表す概略的な断面図である。

図8は、図1に示すエッチング装置に適用されるエッチング方法を説明するためのアスペクト比とポリマーの厚みとの関係を表す概略的な説明図である。

- 5 図9は、図1に示すエッチング装置に適用されるエッチング方法を説明するためのバイアス用電力オフ時間とポリマーの厚みとの関係を表す概略的な断面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

- 以下に、添付図面を参照しながら、本発明にかかるプラズマエッ  
10 チング方法の好適な実施の一形態について説明する。

#### (1) エッチング装置の全体構成

まず、図1を参照しながら本発明を適用可能な平行平板型プラズ  
マエッチング装置100の全体構成について説明する。

- エッチング装置100の処理室102は、保安接地された導電性  
15 の処理容器104内に形成されている。この処理室102内には導  
電性の下部電極106が配置されている。この下部電極106はウ  
ェハWの載置台を兼ねている。また、下部電極106には、整合器  
108を介して、本実施の形態にかかるバイアス用電力を出力する  
バイアス用電源110が接続されている。このバイアス用電源11



0には、バイアス用電力の供給を制御する制御器112が接続されている。なお、バイアス用電力の制御構成の詳細については、後述する。

また、下部電極106の載置面に対向する位置には、導電性の上部電極114が配置されている。この上部電極114と処理容器104との間には、絶縁部材116が介装されている。さらに、上部電極114には、整合器118を介して、上記バイアス用電力よりも周波数が相対的に高いプラズマ生成用電力を出力するプラズマ生成用電源120が接続されている。また、プラズマ生成用電源120にも、上記制御器112が接続されており、この制御器112によってプラズマ生成用電力の供給が制御される。

さらに、上部電極114には、多数のガス吐出孔114aが形成されている。不図示の処理ガス供給源から供給される処理ガスは、ガス供給管122及びガス吐出孔114aを介して処理容器104内に均等に供給される。また、処理容器104内の下方には、排気管124が接続されており、この排気管124には、不図示の真空ポンプが接続されている。

## (2) エッチング処理工程

次に、図1～図9を参照しながら本実施の形態のエッチング処理工程について詳細に説明する。

まず、図1に示す下部電極106上にウェハWを載置する。この

ウェハWには、例えば図2(a)に示すように、ウェハWを構成する基板200上に、例えばSiO<sub>2</sub>から成る絶縁膜202が形成されており、さらにその絶縁膜202上に所定のパターン204が形成されたエッチングマスクであるフォトリジスト膜206が積層されている。また、図1に示す処理室102内には、ガス供給源からガス供給管122とガス吐出孔114aを介して、例えばC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>とCOとArとO<sub>2</sub>との混合ガスから成る処理ガスを導入する。この際、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>とCOとArとO<sub>2</sub>の流量は、1:4:15:1の流量比に設定されている。さらに、処理室102内は、排気管124を介して真空引きされ、例えば35mTorrの圧力に維持されている。

次いで、制御器112の制御により、プラズマ生成用電源120から整合器118を介して上部電極114に、27MHzで上部電極(114)1cm<sup>2</sup>当たり4W~5Wの高周波電力を印加すると共に、バイアス用電源110から整合器108を介して下部電極106に、上記プラズマ生成用電力よりも相対的に低い周波数である800kHzでウェハW1cm<sup>2</sup>当たり5Wの高周波電力を後述の如く間欠的に印加する。

ここで、図2~図9を参照しながら、バイアス用電力の制御構成について説明する。

まず、図4に示すように、バイアス用電力を印加するオンサイクル処理(以下、「エッチング工程」という。)を行う。次いで、バイアス用電力を因果しないオフサイクル(以下、「成膜工程」という。)

を行う。そして、図3は、9回のエッチング工程と8回の成膜工程とを交互に反復した時点における、ウェハW上の一点における選択比とデューティーとの関係を示している。ここで、選択比は、絶縁膜202のエッチングされた量／フォトレジスト膜206のエッチングされた量である。また、デューティーは、オンサイクル時間／（オンサイクル時間＋オフサイクル時間）を示している。また、上記オンサイクル時間は30秒に、オフサイクル時間はデューティーを満たす時間に設定されている。なお、デューティー100%とは、バイアス用電力を連続的に印加した場合である。また、成膜工程において、必ずしもバイアス用電力を遮断する必要はなく、成膜が行われる程度にバイアス用電力を低減させても良い。

図3より、デューティーを下げることにより選択比が向上することがわかる。この理由として以下のことが考えられる。下部電極106にバイアス用電力を印加している期間（エッチング工程）では、 $CF_4$ の解離によって生じる $CF_x$ イオンと $CF_x$ ラジカル、および $Ar$ イオン等により絶縁膜202がイオンアシストエッチングされる。一方、フォトレジスト膜206は、絶縁膜202のエッチングレートよりも低いものの、上記イオンによりスパッタ（エッチング）される。

また、バイアス用電力を印加していない期間（成膜工程）では、イオンがウェハWに引き寄せられない。その結果、図2（b）に示すように、 $CF_x$ ラジカルがフォトレジスト膜206の表面に付着することによってポリマー（重合体）208が形成される。同様に、絶縁膜202の表面にもポリマー208が形成される。しかし、絶

縁膜 202 の表面は、少なくともフォトレジスト膜 206 の厚み分だけは深いところにあり、またラジカル粒子は熱運動（ランダム運動）をするので、絶縁膜 202 の表面に形成されるポリマー 208 の厚み（B）は、フォトレジスト膜 206 の表面に形成されるポリマー 208 の厚み（A）よりも薄い。この点については、図 8 を用いて後述する。

さらに、フォトレジスト膜 206 は、例えば  $C_x F_y O_z$  から成るため、 $SiO_2$  から成る絶縁膜 202 よりもポリマー 208 に分子組成が近いいためポリマー 208 が付着し易いと考えられる。この点については、図 9 を用いて後述する。

また、成膜工程に続くエッチング工程では、ポリマー 208 がフォトレジスト膜 206 の保護膜として働く。つまり、まずポリマー 208 がエッチングされ、その後にフォトレジスト膜 206 がエッチングされるので、フォトレジスト膜 206 がエッチングされる量が減る。一方、絶縁膜 202 上のポリマー 208 は薄いので、絶縁膜 202 のエッチングの進行をさほど妨げることがない。

また、エッチング工程では、絶縁膜 202 は約 8000 オングストローム／分、フォトレジスト膜 206 は約 800 オングストローム／分、保護膜であるポリマー 208 は約 2300 オングストローム／分でエッチングされる。これに対して、成膜工程では、ポリマー 208 は約 1800 オングストローム／分でフォトレジスト膜 206 の表面に成膜される。このことは、図 3 に示すように、バイアス用電力を常時印加した場合には選択比が 10 であり、そのバイア

ス用電力をデューティー50%で印加した場合には選択比が1.5になることに対応している。

また、図5は、図3と同じ条件でデューティーを変えたときの全処理時間と、絶縁膜202の平均エッチングレート（絶縁膜202  
5のエッチング量／成膜工程を含む全処理時間）との関係を示している。図5より、デューティーを下げると、平均エッチングレートが低下し、全処理時間が長くなることがわかる。

また、図6は、図3と同じ条件でデューティーを変えて全処理時間を終了した時点で残存しているフォトレジスト膜206の厚みを  
10示している。図6より、デューティーを下げると、フォトレジスト膜206の残量が増加し、結果的に期待通りの形状のコンタクトホール210（図2（c）を参照。）が形成されることがわかる。

また、図7（b）は、図7（a）に示す状態のウェハWに対して、所定時間の成膜工程を施した後におけるコンタクトホール210底  
15面と、フォトレジスト膜206上面に形成されるポリマー208の状態を示したものである。また、図8は、図7（b）に示すコンタクトホール210のアスペクト比を変えたときのフォトレジスト膜206上面に形成されるポリマー208の厚みAに対するコンタクトホール210底面に形成されるポリマー208の厚みBの比を示  
20す。なお、本明細書中において、アスペクト比とは、図7（b）に示すフォトレジスト膜206の上面と絶縁膜202の底面との間の距離dと、コンタクトホール210の直径rの比（ $d/r$ ）である。

図 8 より、アスペクト比が大きくなるに従って、すなわちエッチングが進行してコンタクトホール 210 が深くなるに従って、コンタクトホール 210 底面に形成されるポリマー 208 の厚み B は、フォトレジスト膜 206 上面に形成されるポリマー 208 の厚み A に比べて薄くなることがわかる。

また、図 9 は、図 3 と同じプロセス条件の成膜工程で、ウェハ W の表面がフォトレジスト膜 206 の場合と、ウェハ W の表面が絶縁膜 (SiO<sub>2</sub> 膜) 202 の場合のポリマー 208 の成膜速度を比較したものである。図 9 より、フォトレジスト膜 206 上に約 120 オングストロームのポリマー 208 が形成されるまでは、絶縁膜 202 上にはポリマー 208 が形成されない事がわかる。この程度の期間 (5 秒) では、バイアス用電力の印加を停止しても、絶縁膜 202 にはポリマー 208 等が形成されない。

以上の実験データから以下のことが言える。図 4 では、上述の如くエッチング工程を 1 回当たり 30 秒とし、エッチング工程から始めてエッチング工程で終了する場合について示した。このように、最初の工程と最後の工程とがエッチング工程であれば、デューティーが同じであっても 1 回当たりのエッチング工程と成膜工程の時間を長くすることにより、全処理時間を短縮できる。

また、本実施の形態では、エッチング工程を最終工程としているが、これは成膜工程を最終工程とすると、フォトレジスト膜 206 表面やコンタクトホール 210 底面にポリマー 208 等の反応生成物が付着したまま残るので、ポリマー等を除去する工程が余分に必

要となり、スルーブットを低下させるからである。つまり、最終のエッチング工程では、ポリマー208を除去し、コンタクトホール210の形成が完了するまでエッチングが行われる。

また、図9に示すように、成膜工程の時間が5秒であれば、絶縁膜202上にポリマー208が形成されず、フォトレジスト膜206上にポリマー208が形成される。上記時間は、使用する処理ガスの種類等のプロセス条件によって変わるが、少なくとも1秒以上であれば、フォトレジスト膜206上にポリマー208が形成され、上記と同様の効果を得ることができる。なお、処理時間を短くするためには、エッチング工程の時間を成膜工程の時間よりも一般的に長くすれば良い。また、本実施の形態では、バイアス用電力のオン・オフの周期が1秒以上であるので、特殊なパルス電源を用いなくてもソフトウェアによって電源のオン・オフを容易に制御できる。

また、コンタクトホール210の径が小さい場合は、エッチングの開始時において所定のアスペクト比が確保されている。従って、図8に示すように、最初の工程を成膜工程としても、絶縁膜202には僅かなポリマー208が形成されるだけなので、エッチング速度をさほど低下させないと共に、予めフォトレジスト膜206にポリマー208を形成できるので、選択比を向上させることができる。

また、コンタクトホール210は、エッチングが進行するに従ってアスペクト比が高くなり、成膜工程によりコンタクトホール210の底面に形成されるポリマー208の成膜速度は低下する。その結果、成膜工程によってコンタクトホール210のエッチングが妨

げられる度合いは、エッチング開始時と比べて低下する。従って、エッチングに進行に合わせてデューティーを下げ、あるいはエッチング工程の時間を短くして成膜工程の時間を長くすれば、フォトリジスト膜206にポリマー208を確実に形成しながら、絶縁膜202に対しても所定のエッチングを施すことができる。

また、本実施の形態を採用すれば、成膜工程においてフォトリジスト膜206上に形成されたポリマー208がエッチングされた後に、フォトリジスト膜206がエッチングされるので、選択比を高くすることができる。ただし、選択比を必要以上に高くすると、処理時間が長くなる。

また、フォトリジスト膜206は、全処理を完了した時点で、図2(d)に示す悪い形状のコンタクトホール10が形成されない程度、エッチングされずに残っていれば充分である。従って、デューティーおよびエッチング・成膜工程1回当たりの夫々の時間は、絶縁膜202およびフォトリジスト膜206の厚み、絶縁膜202およびフォトリジスト膜206のエッチングレート、ポリマー208の成膜レート、コンタクトホールの径、エッチングの進行の度合い、処理ガスの種類、バイアス用電力の大きさ等を考慮して処理時間が最短になるように決められる。

本実施の形態は、以上のように構成されており、フォトリジスト膜206の上面やその肩部にポリマー208を形成しながらエッチング処理を行うので、処理時にフォトリジスト膜206が過度にエッチングされて、特に図2(c)に示す肩部206aが損傷するこ



とがない。その結果、パターン204に基づいて、高アスペクト比のコンタクトホール210を確実に形成することができる。また、ポリマー208は、図2(b)に示すように、コンタクトホール210の内部側面にも付着するので、すでに形成されたコンタクトホール210の内部側壁がエッチングされ難くなり、いわゆるボーイング形状となることを防止できる。

以上、本発明の好適な実施の一形態について、添付図面を参照しながら説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではない。特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例および修正例に想到し得るものであり、それら変更例および修正例についても本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

例えば、上記実施の形態において、800kHzのバイアス用電力を下部電極に印加する構成を例に挙げて説明したが、800kHz以外の周波数の電力をバイアス用電力として採用しても、本発明を実施することができる。

また、上記実施の形態において、絶縁膜としてSiO<sub>2</sub>を採用する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではなく、例えばBPSG(boron-phospho-silicate glass)や、TEOS(tetraethylorthosilicate)や、SOG(spin on glass)や、SiOFや、熱酸化膜(SiO<sub>2</sub>)などの絶縁膜、あるいは絶縁膜以外のエッチング処理に対しても、本発明を適用することができる。

さらに、上記実施の形態において、平行平板型プラズマエッチング装置を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではなく、被処理体にバイアス用電力を印加できれば、誘導結合型エッチング装置やマイクロ波型エッチング装置などのプラズマ源を備えたプラズマエッチング装置にも、本発明を適用することができる。

本発明によれば、エッチング処理中に、例えばフォトリソ膜の露出面に保護膜を形成する成膜工程を設けたので、その保護膜によってフォトリソ膜がエッチングされ難くなり、選択比を向上させることができる。その結果、処理終了時までフォトリソ膜に形成されたエッチングパターンを初期の状態と実質的に同一の状態に維持することができ、上記パターンに基づいて、所定の超微細なコンタクトホールを形成することができる。さらに、コンタクトホールの内部側壁にも保護膜を形成し、保護することができるため、上記内部側壁面がエッチングされて生じるボーイング形状の発生を抑制することができ、所定形状のコンタクトホールを形成することができる。

#### 産業上の利用の可能性

本発明は、プラズマエッチング方法に利用可能である。特に、本発明は、高いアスペクト比が要求される、例えば、 $0.15\mu\text{m}$ デザインルール下の超微細加工に好適に応用が可能である。

## 請求の範囲

(1) 処理室内に処理ガスを導入し、プラズマ源により前記処理室内にプラズマを生成すると共に、前記処理室内に配置された電極にバイアス用電力を印加して、前記電極上に載置された被処理体に対して所定のエッチング処理を施すプラズマエッチング方法であって、

前記バイアス用電力を前記電極に印加して所定のエッチング時間にわたり前記被処理体にエッチングを施すエッチング工程と、前記バイアス用電力を遮断して所定の成膜時間にわたり前記被処理体表面のエッチングマスクに保護膜を形成する成膜を施す成膜工程とを順次反復し、その際に、前記各エッチング時間と前記各成膜時間とはエッチング処理の進行に応じて変更されることを特徴とする、プラズマエッチング方法。

(2) 前記各成膜時間は、エッチング処理の進行に応じて相対的に延長されることを特徴とする、請求項1に記載のプラズマエッチング方法。

(3) 前記各成膜時間は、1秒以上であることを特徴とする、請求項1に記載のプラズマエッチング方法。

(4) 前記エッチング処理の最終工程として、前記エッチング工程が行われることを特徴とする、請求項1に記載のプラズマエッチング方法。

(5) 前記エッチング処理の開始工程として、前記成膜工程が行われることを特徴とする、請求項1に記載のプラズマエッチング方法。

(6) 前記エッチング対象は、酸化シリコン膜であり、

5 前記処理ガスは、フルオロカーボンガスを含むガスであることを特徴とする、請求項1に記載のプラズマエッチング方法。

(7) 処理室内に処理ガスを導入し、プラズマ源により前記処理室内にプラズマを生成すると共に、前記処理室内に配置された電極にバイアス用電力を印加して、前記電極上に載置された被処理体に対して所定のエッチング処理を施すプラズマエッチング方法であって、

10

前記バイアス用電力を前記電極に印加して所定のエッチング時間にわたり前記被処理体にエッチングを施すエッチング工程と、前記バイアス用電力を遮断して所定の成膜時間にわたり前記被処理体表面のエッチングマスクに保護膜を形成する成膜を施す成膜工程とを

15

順次反復し、その際に、前記成膜工程から開始して前記エッチング工程で終了することを特徴とするプラズマエッチング方法。

(8) 前記各エッチング時間と前記各成膜時間とは、エッチング処理の進行に応じて変更されることを特徴とする、請求項7に記載

20

のプラズマエッチング方法。

(9) 前記各成膜時間は、エッチング処理の進行に応じて相対的に延長されることを特徴とする、請求項7に記載のプラズマエッチ

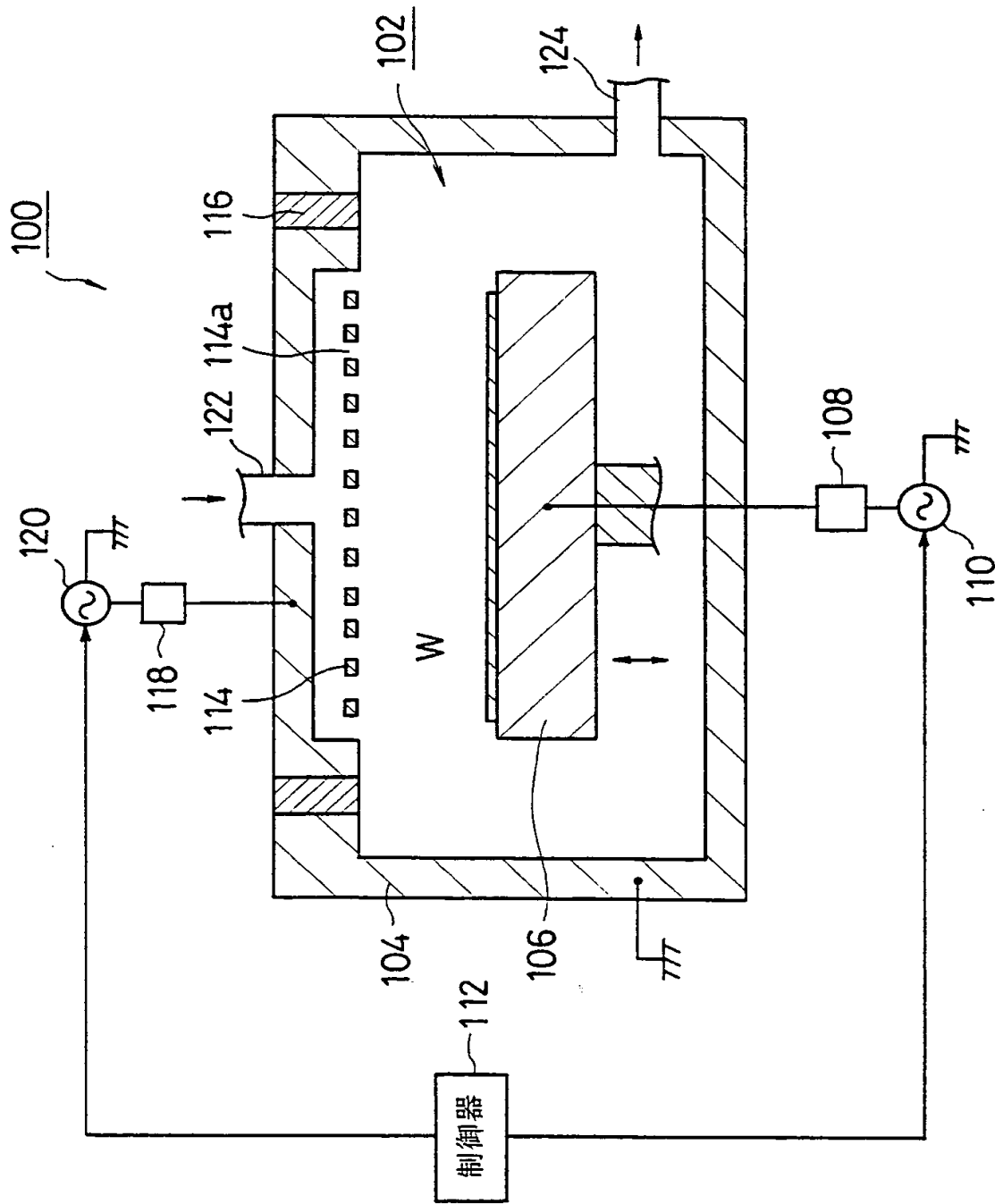
ング方法。

(10) 前記各成膜時間は、1秒以上であることを特徴とする、請求項7に記載のプラズマエッチング方法。

- (11) 前記エッチング対象は、酸化シリコン膜であり、
- 5 前記処理ガスは、フルオロカーボンガスを含むガスであることを特徴とする、請求項7に記載のプラズマエッチング方法。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

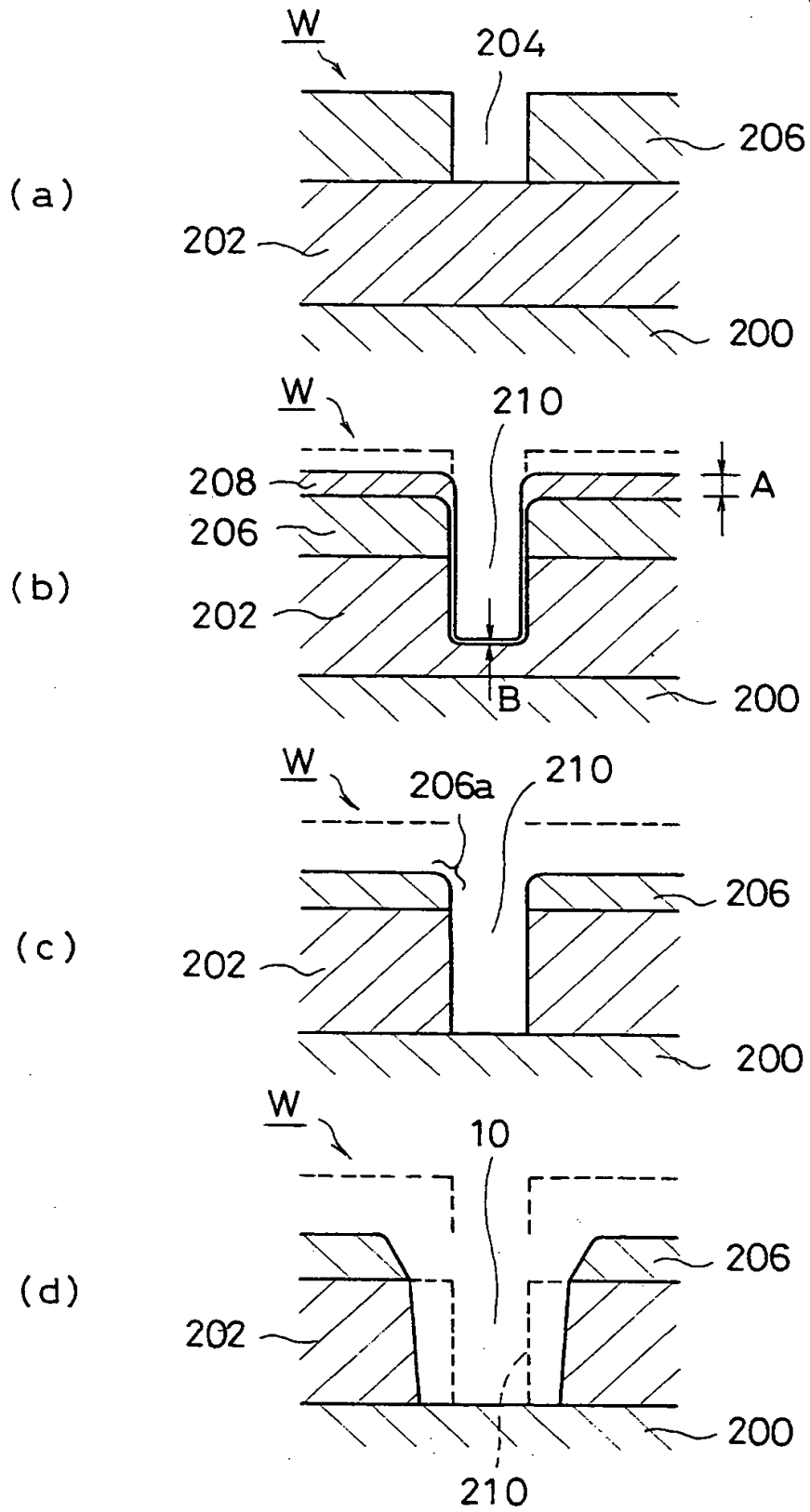
第 1 図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



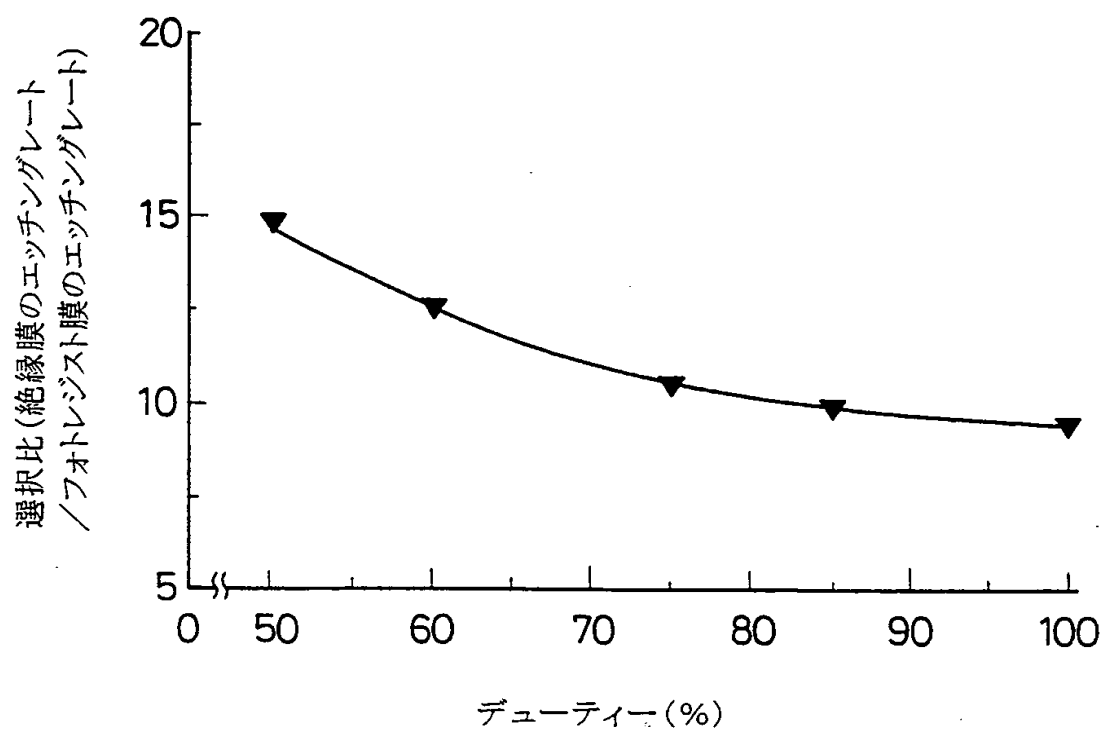
第 2 図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

3 / 10

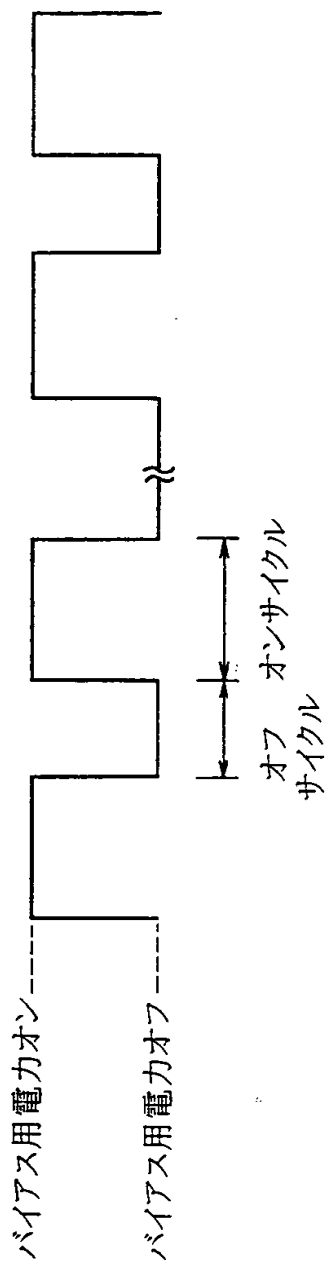
第3図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

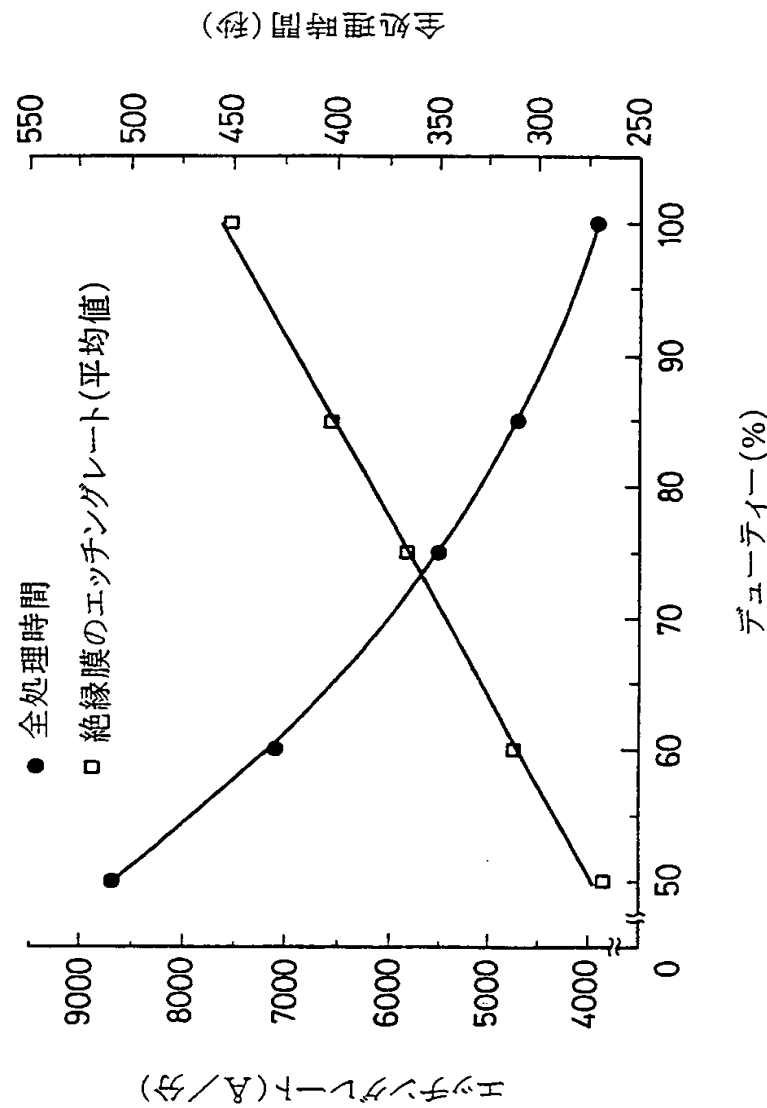
4 / 10

第 4 図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

第 5 図

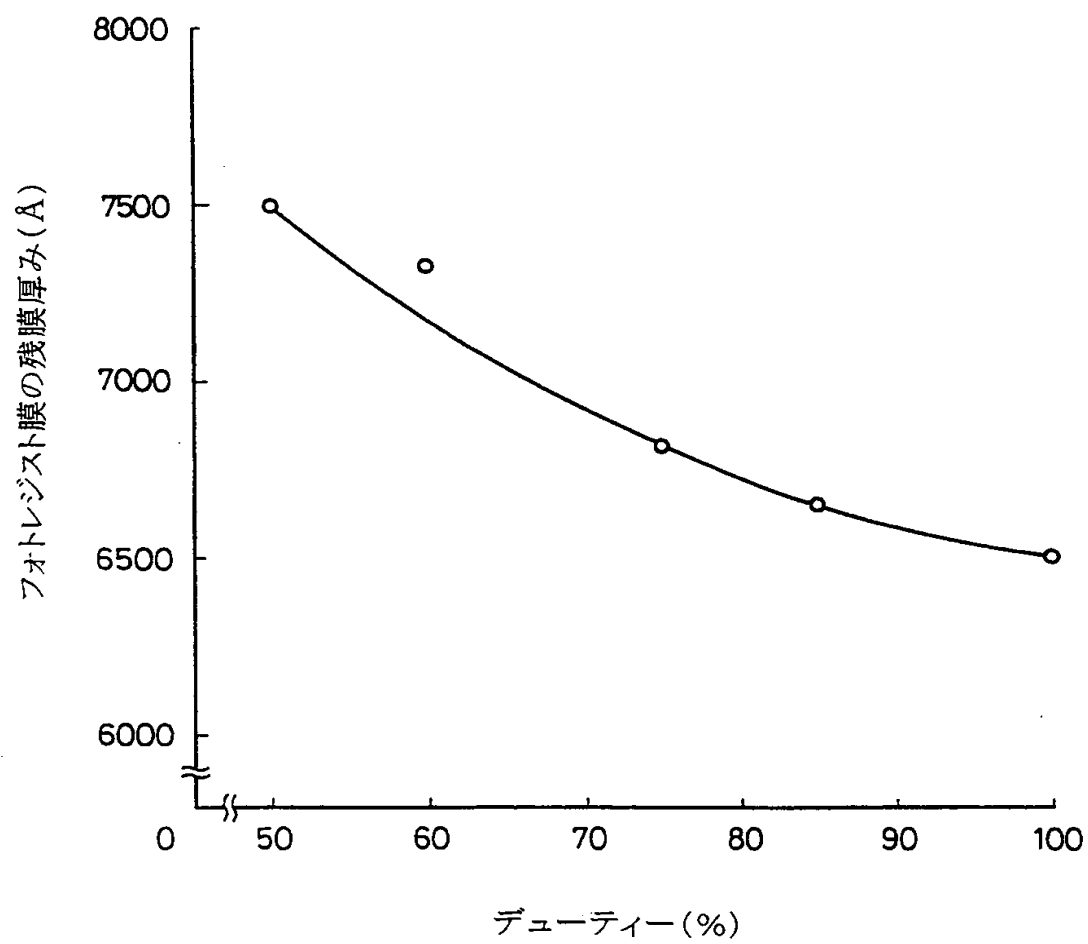


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



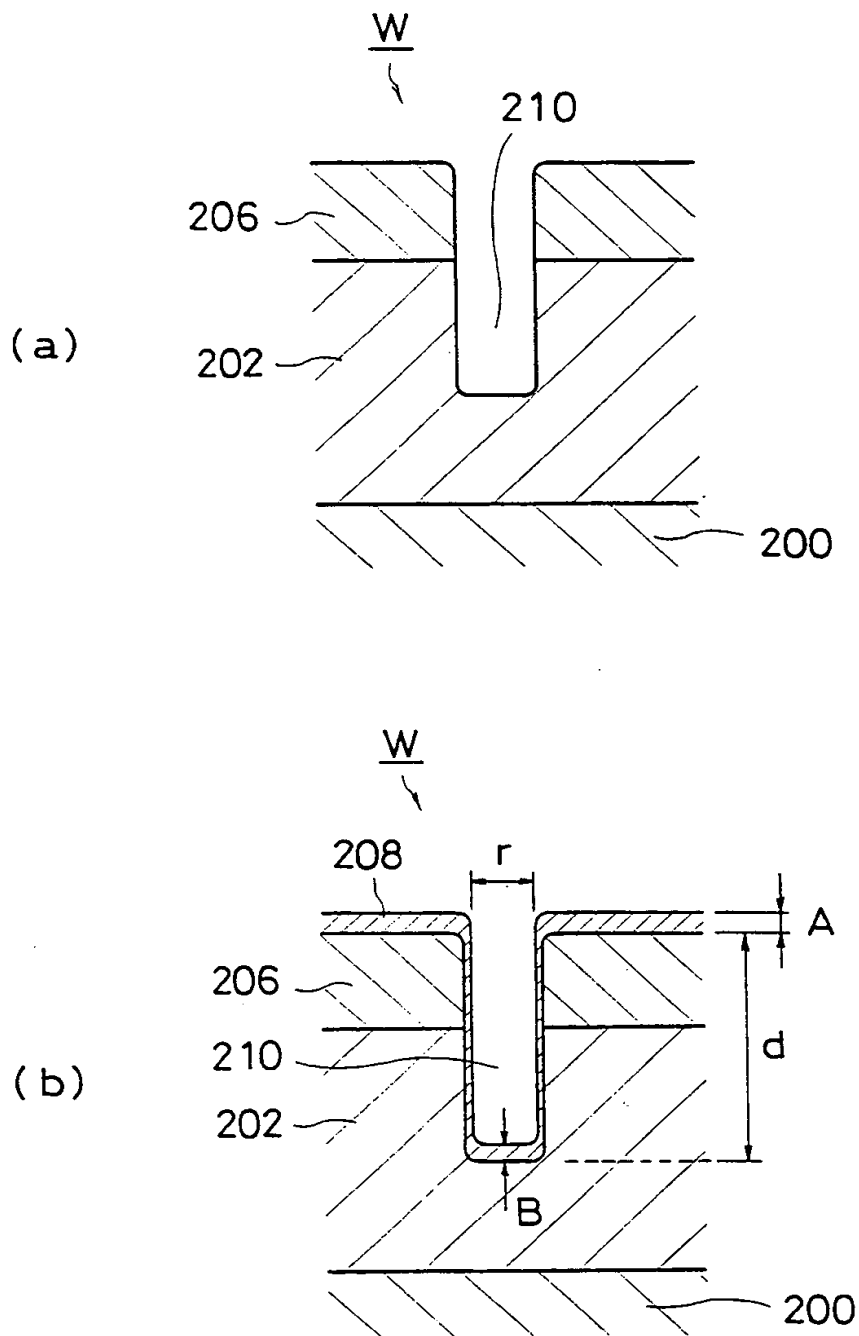
6 / 10

第6図



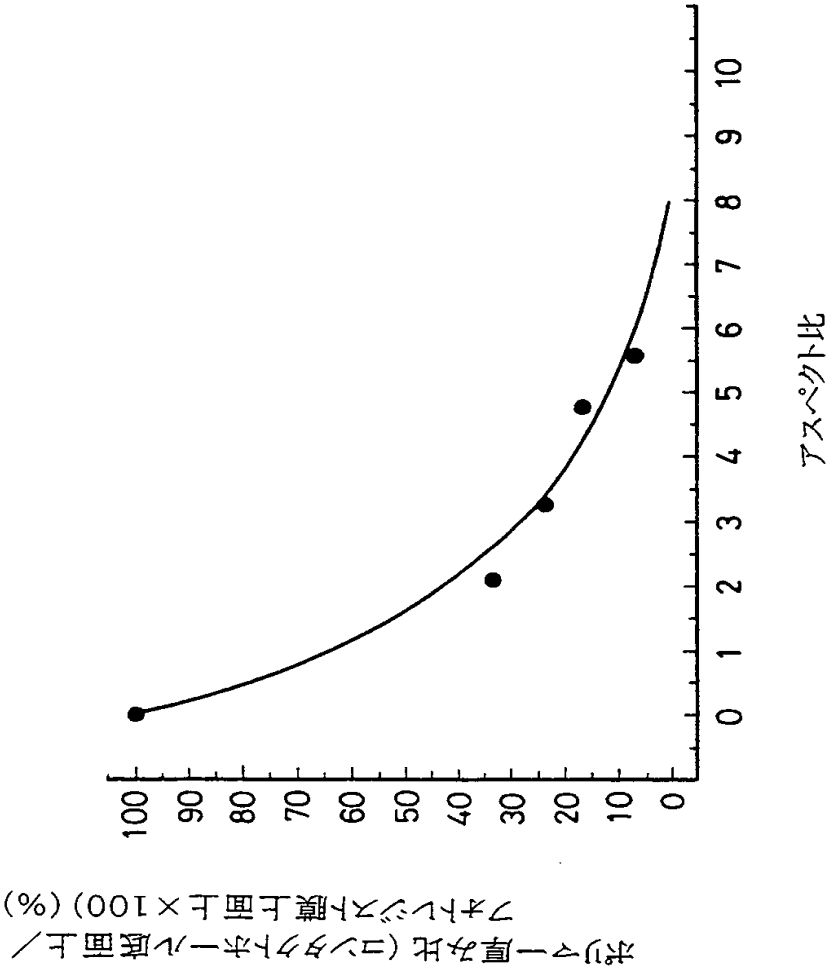
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

第 7 図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

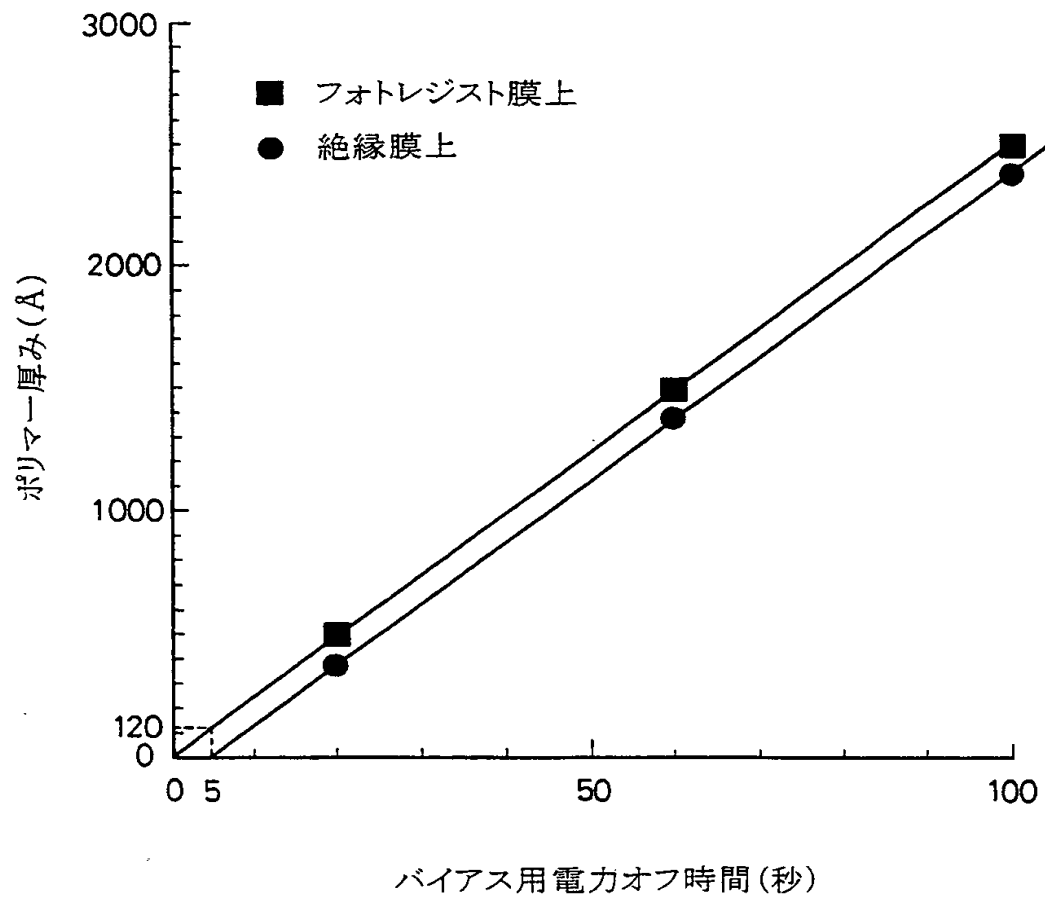
第 8 図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

9 / 10

第9図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



10/10

## 符号の説明

100	エッチング装置
102	処理室
104	処理容器
106	下部電極
108	整合器
110	バイアス用電源
112	制御器
114	上部電極
114 a	ガス吐出孔
116	絶縁部材
118	整合器
120	プラズマ生成用電源
122	ガス供給管
124	排気管
200	基板
202	絶縁膜
206	フォトレジスト膜
208	ポリマー（保護膜）
210	コンタクトホール
W	ウェハ

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/05821

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/3065

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/3065, 21/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 6-112166, A (Applied Materials Inc.), 22 April, 1994 (22.04.94), Claims; Par. No. [0055]; Fig. 11  & EP, 552491, A1 & JP, 9-27485, A & DE, 69226253, E & US, 5888414, A	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
21 December, 1999 (21.12.99)

Date of mailing of the international search report  
28 December, 1999 (28.12.99)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**